

⑫ 公開特許公報(A)

平2-91522

⑤Int. Cl.⁵
G 01 G 1/08識別記号 庁内整理番号
7408-2F

⑬公開 平成2年(1990)3月30日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑭発明の名称 自動天秤

⑯特 願 昭63-245413

⑰出 願 昭63(1988)9月29日

⑱発明者 五百旗頭 正 東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会社明電舎内
 ⑲発明者 渡 辺 紳 也 東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会社明電舎内
 ⑳発明者 宮 園 好 夫 東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会社明電舎内
 ㉑出願人 株式会社明電舎 東京都品川区大崎2丁目1番17号
 ㉒代理人 弁理士 志賀 富士弥 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

自動天秤

2. 特許請求の範囲

(1) 水平軸のまわりを回転するように支持された受台と、この受台に取り付けられたリニアモータと、このリニアモータによりスライドされる天秤ビームと、この天秤ビームの傾き角度とその角速度を検出する検出部と、前記天秤ビームの傾き角度を入力変数とし、天秤ビームの移動距離を出力変数とする第1の推論規則群と天秤ビームの傾き角速度を入力変数とし、天秤ビームの最高移動速度及びその速度までの加速時間を出力変数とする第2の推論規則群と各変数のメンバーシップ関数とを格納すると共に、前記検出部で検出した

傾き角度及びその角速度に対し前記第1の推論規則群、第2の推論規則群及びメンバーシップ関数を適用してファジィ推論を実行し、これにより天秤ビームの移動距離、最高移動速度及び加速時間を求めて制御信号を出力するファジィコントローラと、前記制御信号にもとづいてリニアモータのドライブ信号を出力するリニアモータドライバとを有してなることを特徴とする自動天秤。

3. 発明の詳細な説明

A. 産業上の利用分野

本発明はファジィ制御を利用した自動天秤に関するものである。

B. 発明の概要

本発明は天秤ビームを移動させることにより支点位置を変化させ、これによって平衡をとる自動

天秤において、

天秤ビームの移動機構としてリニアモータを用いると共に、天秤ビームの傾き角度及びその角速度を検出し、その検出信号を入力値としてファジィ制御を実行し、その推論結果にもとずいてリニアモータを駆動することによって、

高速にかつ高い精度で天秤の平衡をとることができるようにしたものである。

C. 従来の技術

天秤の一方に錘を載せて傾きが生じたときに平衡をとるためには、天秤の支点を移動させることが必要である。従来支点を自動的に移動させるためには、P I D制御により行っていた。

D. 発明が解決しようとする課題

しかしながら天秤ビームの支点を変化させると納するファジィコントローラと、リニアモータのドライブ信号を出力するリニアモータドライバとを有してなる。

F. 作用

天秤ビームの一端側に錘を乗せると、ビームは水平軸のまわりに回転する。検出部はビームの傾き角度（回転角度）及びその角速度を検出して対応する検出信号をファジィコントローラに与える。ファジィコントローラでは、傾き角度に対し第1の推論規則群及びメンバーシップ関数を適用して天秤ビームの移動距離を求めると共に、角速度に対し第2の推論規則群及びメンバーシップ関数を適用して天秤ビームの最高移動速度及びその速度までの加速時間を求め、リニアモータの制御信号を出力する。この制御信号にもとずいてリニアモ

過渡的な振動を伴うため、P I D制御では高速な平衡動作を実現することが困難である。本発明の目的は、高速にかつ高い精度で平衡をとることができる自動天秤を提供することにある。

E. 課題を解決するための手段

水平軸のまわりを回転するように支持された受台と、この受台に取り付けられたリニアモータと、このリニアモータによりスライドされる天秤ビームと、この天秤ビームの傾き角度との角速度を検出する検出部と、前記天秤ビームの傾き角度を入力変数とし、天秤ビームの移動距離を出力変数とする第1の推論規則群と天秤ビームの傾き角速度を入力変数とし、天秤ビームの最高移動速度及びその速度までの加速時間を出力変数とする第2の推論規則群と各変数のメンバーシップ関数とを格

ータドライバにて駆動信号が出力され、これによりリニアモータが駆動されて天秤ビームが移動し、平衡に達する。

G. 実施例

第1図は本発明の実施例の全体構成を示す図である。1は支持台であり、この支持台1には、水平軸のまわりを回転するように受台2が支持されている。3はリニアモータであって受台2に取り付けられており、リニアモータ3の上には、これによりスライドされる天秤ビーム4が設けられている。5は、天秤ビーム4の水平面からの傾き角度（ $\Delta\theta$ ）をパルス信号として検出するエンコーダであり、そのパルス信号はファジィコントローラ6内の入力変換部6を通じてファジィコントローラ6に取り込まれる。入力変換部6では、

Δt なるサンプリング間隔で前記パルス信号にもとずいて角速度($\Delta \theta / \Delta t$)に相当するパルス信号が算出される。なおこの実施例では、エンコーダ5及び入力変換部6により検出部が構成される。ファジィコントローラ6は後述するようにこれらパルス信号にもとずいてファジィ推論を行い、制御信号を作成してリニアモータドライバ7に出力する。リニアモータドライバ7は前記制御信号をドライブ信号に変換してリニアモータ3に与える。

ここでファジィコントローラ7に関して述べると、ファジィコントローラ7にて行われるファジィ推論においては、入力変数として上述の傾き角度 $\Delta \theta$ (ANGLE)及び角速度 $\Delta \theta / \Delta t$ (DANGLE)を定め、出力変数として天秤ビーム

4の移動距離(移動方向を含む)(DISTANCE)、ビーム4の最高移動速度(TOP SPEED)及びビーム4の最高移動速度に到達するまでの加速時間(ACTIME)を定めている。各変数のファジィラベルは次のように設定されている。

①角度 $\Delta \theta$ (ANGLE)について

RL(right large)、RM(right medium)、RS(right small)、HO(horizontal)、LS(left small)、LM(left medium)、LL(left large)

②角速度 $\Delta \theta / \Delta t$ (DANGLE)について

PB(positive big)、PM(positive medium)、PS(positive small)、ZE(zero)、NS(negative small)、NM(negative medium)、NB(negative big)

③移動距離(DISTANCE)について

LMAX(left max)、LMID(left medium)、LSML(left small)、ZERO(zero)、RSML(right small)、RMID(right medium)、RMAX(right max)

④最高移動速度(TOP SPEED)について

VHIGH(very high speed)、HIGH(high speed)、MID(medium speed)、SLOW(slow speed)、VSLOW(very slow speed)

⑤加速時間(ACTIME)について

VLONG(very long time)、LONG(long time)、MID(medium time)、SHORT(short time)、VSHORT(very short time)

次に各変数のファジィラベルに与えられたメンバーシップ関数を第2図(A)～(E)に示す。

同図に示したa～eの数値は天秤ビームの大きさ等に応じて適宜定められ、例えば以下の値が用いられる。

$a = 10.0^\circ$ 、 $b = 4^\circ / 100 \text{ m sec}$ 、 $c = 50.0 \text{ mm}$ 、 $d = 75 \text{ mm/sec}$ 、 $e = 2000 \text{ m sec}$

そしてこれらの値は、実際にはANGLE10.0°に対して500パルスといったように数値に対応するパルス数のパルス信号として取り扱われる。

また推論規則としては、傾き角度を入力数とし、移動距離を出力変数とする第1の推論規則群と、角速度を入力変数とし、最高移動速度及び加速時間を出力変数とする第2の推論規則群とが用いられる。具体的には各推論規則(R1～R14)は以下のように表され、R1～R7が第1の推論規

則群、R 7 ~ R 1 4 が第 2 の推論規則群に夫々相当する。

R1: IF ANGLE=RL THEN DISTANCE=LMAX

R2: IF ANGLE=LW THEN DISTANCE=LWID

R3: IF ANGLE=RS THEN DISTANCE=LSML

R4: IF ANGLE=HO THEN DISTANCE=ZERO

R5: IF ANGLE=LS THEN DISTANCE=RSMAL

R6: IF ANGLE=LW THEN DISTANCE=RMID

R7: IF ANGLE=LL THEN DISTANCE=RMAX

R8: IF DANGLE=PB THEN TOPSPEED=VHIGH ACCTIME=SHORT

R9: IF DANGLE=PM THEN TOPSPEED=HIGH ACCTIME=MID

R10: IF DANGLE=PS THEN TOPSPEED=SLOW ACCTIME=MID

R11: IF DANGLE=ZE THEN TOPSPEED=MID ACCTIME=LONG

R12: IF DANGLE=NS THEN TOPSPEED=SLOW ACCTIME=MID

R13: IF DANGLE=NM THEN TOPSPEED=HIGH ACCTIME=MID

パルス列を作成する。

第 3 図はファジイコントローラ 6 の論理構成を示す図であり、シミュレーション部 8、制御部 9 及び支援部 10 からなる。同図中 6 は既述した入力変換部、8、9 はファジイ推論部、8、9 は第 1 及び第 2 の推論規則群を格納する格納部、8、9 はメンバーシップ関数を格納する格納部、6 は、ファジイ推論部 8、9 で求めた移動距離等にもとづいてリニアモータに対する駆動指令パルス列を作成する出力変換部である。また支援部 10 は、入力変換部 6 からの角度 $\Delta\theta$ の検出値や出力変換部 6 からのデータ等を格納するデータエリア 10 と、推論規則やメンバーシップ関数を入力するマンマシンインターフェイス 10 と、推論規則等をモニタリングするため

R14: IF DANGLE=NB THEN TOPSPEED=VHIGH ACCTIME=SHORT

出力変数の推論値を求めるファジイ推論の方法としては、例えば MAX-MINIMUM 法が用いられる。この場合例えば角度 $\Delta\theta$ として $\Delta\theta$ の値が検出されると、先ず推論規則 R1 について演算が行われる。即ち第 2 図 (A) に示すファジイラベル RL の $\Delta\theta$ に対応するメンバーシップ値を求め、第 2 図 (B) に示すファジイラベル LMAX のメンバーシップ関数を前記メンバーシップ値でカットした台形の関数を得る。同様に推論規則 R2 ~ R7 について演算を行い、得られた関数群を合成して横軸方向の重心位置を求め、これを移動距離の推論値とする。同様の方法で最高移動速度及び加速時間を決定し、これら推論値にもとづいてリニアモータの制御信号例えば駆動指令

の監視部 10、例えば CRT 画面とを有してゐる。

次に上述実施例の作用について説明する。先ず実プロセス制御に入る前に、シミュレーション部 8 において格納部 8、9 に夫々格納されている推論規則群及びメンバーシップ関数を用いて予めシミュレーションを実施し、デバッグを行った後、決定した推論規則群及びメンバーシップ関数を制御部 9 内の格納部 9、9 に夫々格納し、然る後に実運用に入る。

実プロセス制御において、今錘 W を天秤ビーム 4 の一端側に載せると、ビーム 4 は反時計方向に回転し始める。このときビーム 4 の傾き角度 $\Delta\theta$ がエンコーダ 5 によりパルス信号として検出され、前述したように傾き角度 $\Delta\theta$ 及びその角速度 $\Delta\dot{\theta}$ が入力変換部 6 から制御部 9 のファジイ

推論部 9 に入力される。そして、既に詳述したように推論規則群及びメンバーシップ関数を用いてファジィ推論が行われ、天秤ビーム 4 の移動距離（方向を含む）、最高移動速度及び加速時間の推論値が求まる。出力変換部 6 1 ではこれら推論値にもとずいてリニアモータの駆動指令パルス列を作成し、リニアモータドライバ 7 に出力する。リニアモータドライバ 7 ではこのパルス列をパワーアップしてリニアモータ 3 へ与え、これによりリニアモータが駆動されて天秤ビーム 4 がスライド（平衡移動）し、この結果天秤は平衡状態に達する。その後錘 W を取り除くと、天秤ビーム 4 が時計方向に回転し、同様にファジィ制御によって平衡がとられる。

H. 発明の効果

示す構成図である。

1 …支持台、2 …受台、3 …リニアモータ、4 …天秤ビーム、5 …エンコーダ、6 …ファジィコントローラ、6 1 …入力変換部、7 …リニアモータドライバ、8 …シミュレーション部、9 …制御部、10 …支援部。

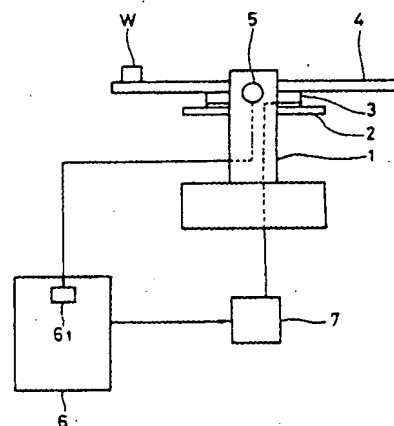
本発明は、天秤ビームの移動機構としてリニアモータを用いると共に、天秤ビームの傾き角度及びその角速度を検出し、その検出信号を入力値としてファジィ制御を実行し、その推論結果にもとずいてリニアモータを駆動して平衡をとるようにしている。従って天秤の平衡を短時間でとることができ、しかもビームに載せる錘の重量の大小にかかわらず高速かつ高い精度で平衡を取ることができる。そして天秤自体の形状を変更する場合、各変数のメンバーシップ関数を調整することにより容易に対応することができる。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の実施例を示す構成図、第 2 図 (A) ～ (E) はメンバーシップ関数を示すグラフ、第 3 図はファジィコントローラの論理構成を

第 1 図

実施例の構成図



- 1 …支持台
- 2 …受台
- 3 …リニアモータ
- 4 …天秤ビーム
- 5 …エンコーダ
- 6 …ファジィコントローラ
- 6 1 …入力変換部
- 7 …リニアモータドライバ

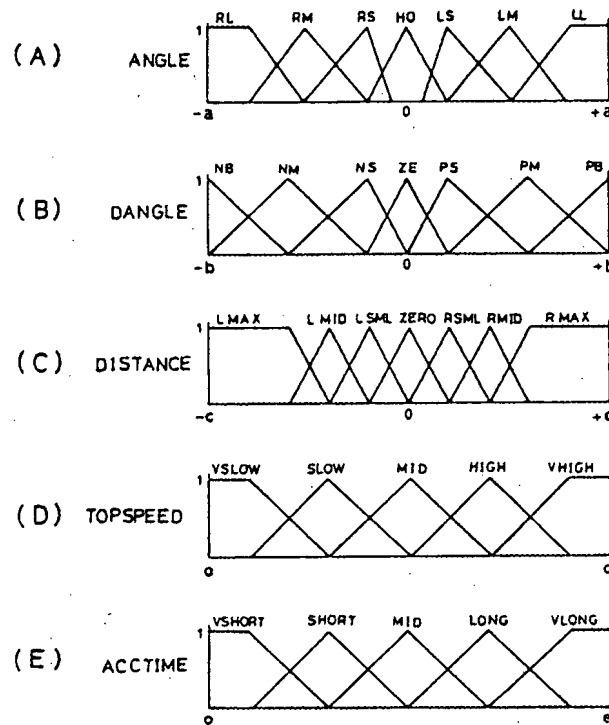
代理人 志賀富士弥



外 2 名

第 2 図

メンバーシップ関数を示すグラフ



第 3 図

ファジィコントローラの論理構成図

- 6...入力変換部
- 6...出力変換部
- 8...シミュレーション部
- 9...制御部
- 8, 9...ファジィ推論部
- 8, 9...推論規則格納部
- 8, 9...ファジィ関数格納部
- 10...支援部
- 10...データエリア
- 10...マンマシンインターフェース
- 10...監視部

